



Universidad de la República  
FACULTAD DE AGRONOMIA

E 11 1098

**TECNOLOGIA EN EL CULTIVO DE TRIGO  
RELEVAMIENTO**

**ESTACION EXPERIMENTAL MARIO A. CASSINONI - PAYSANDU**

**SERIE DOCUMENTOS Nº 3 AGRONOMIA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

## TECNOLOGIA EN EL CULTIVO DE TRIGO. RELEVAMIENTO

Ing. Agr. Oswaldo Ernst\*  
Bach. Ricardo Guido\*\*  
Bach. Ana Iewdiukow\*\*

### INTRODUCCION

El país cuenta ya con más de 80 años de investigación agrícola organizada. Los resultados obtenidos a nivel experimental permitirían incrementar los niveles de producción por hectárea en trigo, en más de 2.5 veces aún si suspendiera totalmente la investigación (Díaz, 1982).

Díaz (1982), analizando el período 1960-1982 determinó un crecimiento anual de la producción de trigo de 13 kg/há contra 43 kg/há/año a nivel experimental lo que lleva a un rezago tecnológico de 21. % anual. A su vez, Ernst et al (1988) utilizando similar metodología para el período 1960-88, determinaron la existencia de dos períodos en la evolución de los rendimientos. El primero, entre 1960 y 1978, con una tasa de incremento nula donde la variabilidad de rendimientos fue atribuida al efecto año; otro entre 1975-1988 con un incremento anual de 50 kg/há/año.

Estos autores destacaron la existencia de una variación similar para los dos períodos atribuible al efecto año, lo que indica que el cambio ocurrido en la tecnología aplicada, no logró atenuar el efecto de la bondad o no del año.

El marcado incremento de los rendimientos que se produjo a partir de 1975-78, ha sido atribuido, en su mayor parte, a la incorporación del cultivo en sistemas de producción agrícola-ganaderos, lo que determina chacras de mayor potencial productivo (Rava, Andregnette y Mazzitelli, 1980; Díaz y Abadie, 1984, Ernst, 1987).

Los conceptos "brecha tecnológica" y "rezago tecnológico" pueden ser criticados en el entendido que, al ser estimados en relación a resultados experimentales, no consideran los imponderables que determinan la posibilidad de aplicar el conocimiento generado a cada situación en particular, así como su resultado final. Esta toma validez desde el momento en que los rendimientos promedios del país no concuerdan con el grado de adopción de las

---

Recibido el 26 de octubre, 1988

Aceptado el 26 de junio, 1989

\* Asistente Cátedra de Cultivos

\*\* Estudiantes en Tesis

prácticas de manejo recomendadas en forma aislada, que surge de la información brindada anualmente por DICOSE. De acuerdo con ésta, se fertiliza, aplica herbicida y se siembran las variedades recomendadas, en por lo menos el 85% del área sembrada.

El objetivo de este trabajo es cuantificar el grado de adopción de las prácticas de manejo recomendadas por chacra y por productor y determinar su impacto físico en la producción. De esta forma, se pretende determinar las limitantes impuestas al cultivo por manejo, aspectos estructurales e identificar aquellas variables que manifiestan su efecto en forma independiente del resto de ellas y del ambiente.

### Antecedentes

Anualmente se cuenta con información proveniente de declaraciones juradas realizadas por productores, las que han sido utilizadas para describir la evolución de rendimientos registradas por estratos de productores, tenencia de la tierra, nivel de insumos aplicados (Díaz y Abadie, 1984; Bereta, Bruni y Trujillo, 1991; Informes de Regionales de Agronomía).

En otros cultivos, la Facultad de Agronomía ha trabajado con resultados de encuestas a productores asociando tecnologías e insumos aplicados con rendimiento. Ejemplos de estos trabajos son los realizados por Scarlato y Vaillant (1984) en arroz con el apoyo del sector arrocero; Antelo y Mermot, (1985) en sorgo con la financiación de OMUSA S.A.; Barbat et al. (1988) en girasol con la del BROU y Fernández y Graña (en procesamiento) en soja con la sociedad de plantadores de Soja de Treinta y Tres.

Para el trigo, FUCREA ha realizado varios trabajos en los que se describe la tecnología aplicada al cultivo dentro de dicho movimiento, identificando variables de manejo asociadas a chacras con altos y bajos rendimientos. En este sentido, Rava, Andregnette y Mazzitelli (1980), analizaron el efecto promedio de cada variable de manejo sobre el rendimiento del trigo, tomando el resultado de cada chacra como dato.

Se destaca, por su importancia, la identificación de variables simples y asociadas que aseguran la obtención de altos rendimientos. El porcentaje de área realizado sobre pradera o chacras nuevas y la época de siembra, fueron las diferencias más marcadas entre los dos grupos de chacras.

No se observaron diferencias en los niveles de fertilización aplicados y variedades utilizadas. Por otra parte, Andregnette (1988), realizó un análisis económico de los registros de chacra del año agrícola 1987-88 observando una nube dispersa de puntos en la relación Margen Bruto-nivel de inversión/hectárea lo que permitiría el logro de altos márgenes brutos con niveles bajos de inversión/há. En el trabajo no fueron identificadas tales alternativas.

Otro aspecto al que se le prestó especial atención en estos análisis es al varietal, describiendo su comportamiento sanitario, área que ocupan y rendimiento. En el trabajo presentado en 1980 se realizó un análisis de estabilidad para las tres variedades más sembradas y para el promedio concluyéndose sobre la conveniencia de siembra de determinados materiales en la siguiente zafra. También se destaca la importancia de la época de siembra normal y temprana como variables a considerar para el logro de buenos resultados físicos y económicos.

Rava (1986) con registros de chacras, analizó las limitantes para mantener y aumentar la productividad del cultivo. Destacó la superioridad de los rendimientos obtenidos por productores del movimiento CREA en relación al promedio nacional, la que fue mayor en años malos (69%) que en años buenos (57%). Por otro lado, cuestionó el manejo varietal concluyendo que, no utilizar las mejores variedades en la mayor parte del área, limita las posibilidades de capitalizar un año bueno y no significaría una variación superior al 5% en un año malo.

Con registros de las zafas 1982-86 Baites (1986) discutió las distintas restricciones impuestas al cultivo en "un sistema de producción que es complejo". El cultivo antecesor, la medianería, edad de chacra, fertilidad, fertilización y vuelco, control de malezas, la aleatoriedad de las enfermedades y las consideraciones económicas, son discutidas como elementos a considerar en la toma de decisiones y en la evaluación del sector triguero.

De las conclusiones más destacables de estos trabajos surge la importancia de la edad de chacra como condicionante de las demás prácticas de manejo; el reconocimiento de que las técnicas aisladas no conducen a buenos resultados; la necesidad de insertar al cultivo en sistemas mixtos de producción, y la valoración del hombre como determinante de la gestión de un establecimiento.

### MATERIALES Y METODOS

En el año 1987 se realizó una encuesta a productores vinculados a cooperativas (CALMER, CALOL, CALPROSE), Sociedades de Fomento Rural (TARARIRAS, PALMITAS, RISSO) y Grupos CREA, de los Departamentos de Soriano y Colonia.

La misma abarcó a productores de trigo que lo comercializaron a través de estas entidades en 1986, a los que se les entregó un formulario como el que se adjunta (Apéndice 1).

Los productores encuestados se agruparon en tres zonas denominadas a los efectos del trabajo, Ombues de Lavelle (O de Lavelle), Dolores y Mercedes. De esta forma se uniformizó el efecto que las lluvias tuvieron sobre la época de laboreo y siembra, así como las características generales de los productores.

En el Cuadro 1 se presenta una caracterización de los grupos formados.

**Cuadro 1**  
Características de los grupos de productores de trigo encuestados durante el año 1987

	O. Lavelle	Dolores	Mercedes
No productores	48	50	22
Há de trigo (encuesta)*	3384 (23%)	7917 (52%)	3779 (25%)
No chacras*	184 (31%)	286 (48%)	122 (21%)
Há / chacra	18	28	31
Há / productor	70	159	172
Chacra / productor	2	8	5
% medianeros	48	54	27
% que pagan	21	18	17
% prod. con rotación	59	77	82
% prod. con pradera	67	83	86
% predio con más de 75% m. obra fliar.	67	46	33
Nro. peones/predi	3.3	3.7	9.2
Hás. trigo / peón	21	43	17
Hás. totales /peón	113	160	123
Hás. totales	373	592	1133
C.V. de há tot.	80	39	24
Tractores /predio	1.8	1.6	2
Rend. / Há	2276	2210	2204
C.V. de rend.	13.3	13.5	17.5

\* Porcentaje del área y del número de chacras que sembraron trigo en cada zona.

NOTA: Esta caracterización no necesariamente refleja la realidad de cada zona ya que no es un muestreo totalmente aleatorio.

La adopción de las variables de manejo historia de chacra, tipo de laboreo, fecha de siembra, fertilización nitrogenada y fosfatada y variedades utilizadas, se cuantificó a través del porcentaje del área de trigo sembrada dentro de categorías establecidas en función de la información experimental disponible. Las categorías establecidas fueron:

#### Historia de chacra

pradera-trigo sembrado como cabeza de rotación. (incluye campos restablecidos y naturales)

chacra nueva - el trigo fue sembrado entre el segundo y cuarto cultivo luego de roturada la pradera.

chacra vieja-trigo sembrado sobre más de cuatro cultivos previos luego de roturada la pradera.

#### Tipo de laboreo

convencional-aquel realizado con herramientas que invierten el suelo (arados de rejas y discos, excéntricas, disqueras)  
vertical -realizado con herramientas de dientes, que no invierten el suelo (arados de cinceles, vibroflex, vibrocultivador, rastras de dientes)  
combinado -aquel que, en cualquier momento de la preparación de la tierra, utilizó herramientas que invierten el suelo y las que no lo hacen.

#### Fecha de siembra

temprana-anterior al 15/5  
normal - entre 15/6 y 15/7  
tardía - posterior al 15/7

#### Fertilización nitrogenada y fosfatada

Se manejaron los criterios de la Guía de Fertilización de Cultivos (MAP,1976)

#### Variedades

De acuerdo a su comportamiento relativo para rendimiento en grano y sanidad entre los años 1984 y 1986 y la recomendación de época de siembra realizada por la Estación Experimental La Estanzuela para la zafra 1987/88.

Para establecer la asociación de estas variables con el rendimiento del cultivo y compararla con la respuesta obtenida a nivel experimental, se calculó el rendimiento promedio ponderado por las hectáreas realizadas dentro de cada categoría. Se utilizó el desvío standard de los rendimientos observados como un estimador de la seguridad de la respuesta a su aplicación. En este caso cada chacra, independientemente del productor, fue tomado como un dato y el resultado representa el efecto de la variable sobre el rendimiento.

Para establecer la importancia relativa de las variables como determinantes del nivel de producción de un productor, se calculó el rendimiento promedio de éste, prorrateado por el área de siembra que realizó, y se estudió la relación existente con el porcentaje de área sembrada dentro de cada categoría descrita.

Para ello, se realizaron modelos de regresión lineal múltiples escogidos con el método step-wise.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Historia de chacra

La historia de chacra es una de las variables de manejo que permite incrementar los rendimientos de los cultivos y reducir su variabilidad.

En el cuadro 2 se presenta el porcentaje de área realizada sobre tres situaciones de chacra.

**Cuadro 2**  
Distribución porcentual del área asignada al cultivo según historia de la chacra

	Pradera	Ch. Nueva	Ch. Vieja
O. de Lavalle	24	39	37
Dolores	13	65	22
Mercedes	29	51	20
Promedio	24	52	24

Como se observa, el mayor área realizada sobre chacra vieja (más de 4 cultivos posteriores a pradera o campo nuevo), correspondió a "O. de Lavalle" y el menor área sobre pradera correspondió a los productores agrupados en "Dolores". A pesar de esto, en las tres zonas más del 50% del área se realizó sobre situaciones de corta historia agrícola luego de pradera (63%, 78% y 80% para "O. de Lavalle", Dolores y Mercedes respectivamente). La situación promedio respondió a valores teóricos de una rotación con pradera y cuatro cultivos posteriores por lo que puede considerarse que, en las aproximadamente 15000 hás que abarca esta información, la elección de chacra es una variable considerada y adoptada.

Tanto Díaz y Abadie (1984) como Ernst (1987) asignaron a este hecho gran parte del incremento de rendimientos observado en los últimos 15 años.

En el cuadro 3 se presentan los rendimientos promedio obtenidos sobre las tres historias de chacra consideradas y su variabilidad.

**Cuadro 3**  
Efecto de la historia de chacra sobre el rendimiento del trigo

	Pradera	Ch. Nueva	Ch. Vieja
O. de Lavalle	2771	2257	1968
Dolores	2428	2234	1936
Mercedes	2817	2206	2004
Promedio	2492	2225	1977

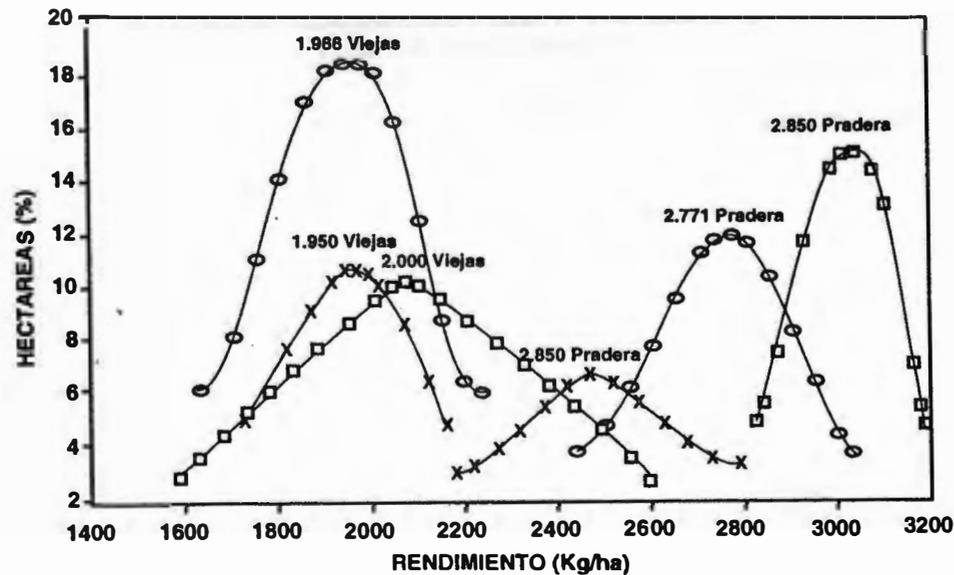
Para las tres zonas se observó un efecto promedio positivo sobre los rendimientos con la reducción de la historia agrícola sobre la que se realizó el cultivo. Esto también es cierto para el promedio de las tres zonas confirmándose así resultados de trabajos anteriores, tanto a nivel de parcelas en un campo experimental, como del gran cultivo.

La figura 1 se confeccionó con los rendimientos promedio presentados en el cuadro anterior, su coeficiente de variación y el área relativa de cada situación.

Se destaca nuevamente el rendimiento promedio superior de los cultivos realizados sobre praderas en relación a los realizados sobre chacras viejas. La diferencia entre las zonas estuvo en la dispersión de los rendimientos obtenidos.

En O. de Lavalle el 85% de las chacras viejas tuvieron rendimientos menores al obtenido en el 15% inferior de cultivos sobre praderas.

La variación de rendimientos en Kg/há (desvío con respecto a la media) fue de 338 kg sobre pradera y 151 kg/há en chacras viejas. Esta mayor variabilidad de rendimientos en las mejores situaciones de producción, demuestra la necesidad de ajuste en otras variables de manejo, lo que posibilitará mejorar los mismos y capitalizar el efecto historia en todo su potencial.



- Ombues de Lavalle
- x Dolores
- Mercedes

Figura N° 1.- Efecto de la historia de chacra sobre el rendimiento medio y su variación.

En Dolores, existió un área común para los rendimientos de trigo sobre pradera y sobre chacra vieja. En este caso la situación surgió como consecuencia de una mayor dispersión de rendimientos sobre chacras viejas (246 kg/há y 228 kg/há para chacra vieja y pradera respectivamente).

Hubieron chacras viejas con rendimientos superiores al logrado sobre praderas en las que no se realizó un correcto ajuste de las demás variables de manejo.

Mercedes fue la zona donde mejor se capitalizó el "efecto historia" obteniendo un efecto promedio superior e individual menos variable (143 kg/há en chacras sobre pradera y 447 kg/há en chacras viejas). La variabilidad presentada en esta última situación, muestra como posible mejorar los rendimientos promedio de la zona, mejorando el manejo de las chacras viejas.

La distribución de rendimiento observada muestra al efecto "edad de chacra" como cualitativo en el sentido que determinó la posibilidad de rendimientos superiores; pero también como variable que aún resta capitalizar un sector de su respuesta. En este sentido, para todas las zonas, la época de siembra demostró ser una covariable capaz de provocar variaciones de rendimiento dentro del rango determinado por la historia de chacra (figura 2).

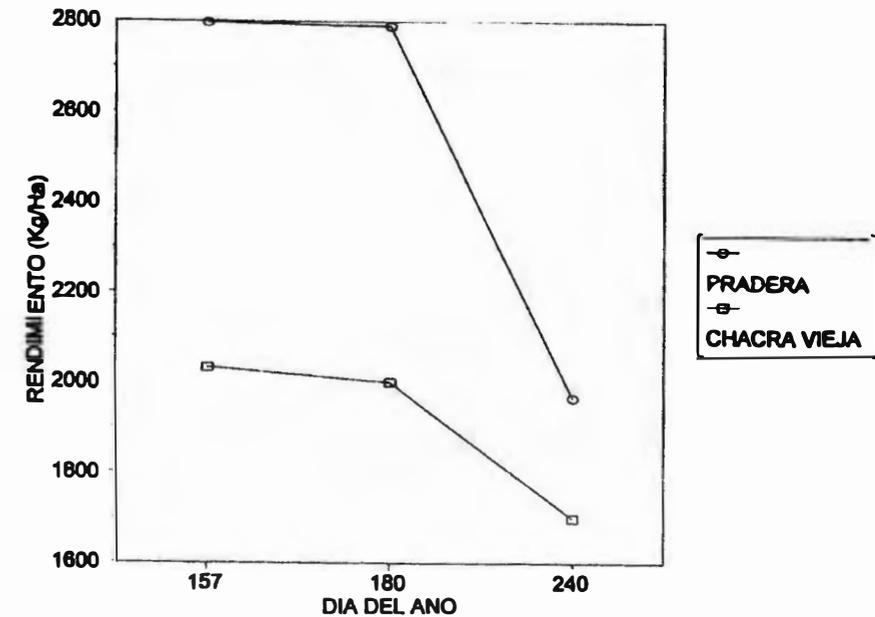


Figura N° 2.- Efecto de la época de siembra según historia de chacra.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	F	Significación
Historia de chacra(H)	7215946	6.9	p = 0.0000
Co-variable			
Epoca de siembra(E)	9178014	17.6	p = 0.001
E * H	11675497	22.4	p = 0.001

El potencial del ambiente dado por la historia de chacra solo se capitalizó en las épocas de siembras temprana y normal, pero el "efecto chacra" se manifestó aún en siembras tardías. La interacción encontrada entre ambas variables es el resultado de la mayor pérdida relativa y absoluta de rendimiento provocada por el atraso de la siembra en el mejor ambiente potencial (30% en chacras sobre pradera y 16% en chacras viejas).

Por lo tanto, la época de siembra no condicionó la respuesta a la mejora del ambiente ofrecido al cultivo pero fue causa de su variación. Como se verá al analizar el efecto laboreo, este también podría ser una de las causas de variación de rendimientos dentro de chacras con historia similar.

### Efecto Laboreo

La época de laboreo primario fue una de las primeras prácticas de manejo recomendadas para mejorar los rendimientos del trigo. Por otro lado, se ha remarcado la existencia de efectos diferenciales de la secuencia de herramientas utilizadas (Ernst y Torres, 1986). El laboreo convencional ha demostrado ser superior al vertical y a la combinación de ambos para el promedio de las situaciones estudiadas, incrementándose esta diferencia, con la mejora del potencial de la chacra (Balmelli et al., 1989).

En el cuadro 3 se presenta la distribución porcentual del área y número de chacras realizadas bajo tres situaciones de labranza.

**Cuadro 3**  
Importancia relativa de los sistemas de labranza utilizados

	O. de Lavalle			Dolores			Mercedes		
	Conv.	Vert.	Comb.	Conv.	Vert.	Comb.	Conv.	Vert.	Comb.
Há	851	138	2317	1107	108	5628	317	65	3195
Chacras	57	4	122	48	3	233	13		108
% área	26	4	70	16	1.5	82	9	2	89

En las tres zonas, el sistema de labranza predominante incluyó una combinación de herramientas que invierte tierra (arados, excéntricas, disqueras) con las que no lo hacen (cinceles, vibroflex, vibrocultivadores).

Esta alternativa ha sido evaluada en tres situaciones de producción siendo en dos de ellas, superada por los laboreos convencionales (risso, 1984 sobre chacra vieja y proveniente de pradera) y en una de ellas superior a ésta (Bouza y Galluzzo, 1986 sobre rastrojo de sorgo). El laboreo vertical, sistema propuesto como forma de mantener y mejorar la fertilidad de los suelos bajo agricultura, prácticamente no fue utilizado (2.5% del área total). Este hecho no permite evaluar su incidencia real sobre el rendimiento dado que se suma además el hecho de que más de la mitad del área corresponde a rastrojos de pradera en siembras tempranas, combinación que determinó los mejores rendimientos.

El laboreo convencional, en promedio, ocupó un 16% del área y el combinado el 81.5%. Al

analizar su efecto sobre el rendimiento, las hectáreas realizadas con cada laboreo y la situación productiva actuaron como covariables por lo que tampoco fue posible evaluar su efecto.

El reducido uso de la labranza vertical así como la mayoritaria utilización de secuencias combinadas de herramientas, demuestra el uso de las que no invierten tierra, como implementos de labranza secundaria, integradas al parque de maquinaria por sus ventajas operativas, pero no como integrantes de un sistema conservacionista del suelo.

Otro elemento en el que se ha hecho énfasis en los trabajos realizados por la Facultad de Agronomía, es en el excesivo pasaje de herramientas que se realiza para la preparación de la sementera. La presencia de malezas durante el período de barbecho y mantener el suelo "suelto" son las variables evaluadas por la investigación como determinantes del pasaje de herramientas (Ernst et al., 1990).

El crecimiento de malezas ha demostrado ser el criterio determinante de la necesidad de labranza. Cuando el suelo se encuentra libre de malezas, su remoción no ha logrado mejoras de los rendimientos (Ernst y Torres, 1986; Ernst et al., 1990).

En la encuesta realizada muy pocos productores respondieron las preguntas relacionadas a los criterios utilizados para determinar el pasaje de las herramientas, por lo que no es posible tener una idea de éstos.

En la figura 3 se muestra el número de pasadas de herramientas realizadas por chacras en las tres zonas relevadas.

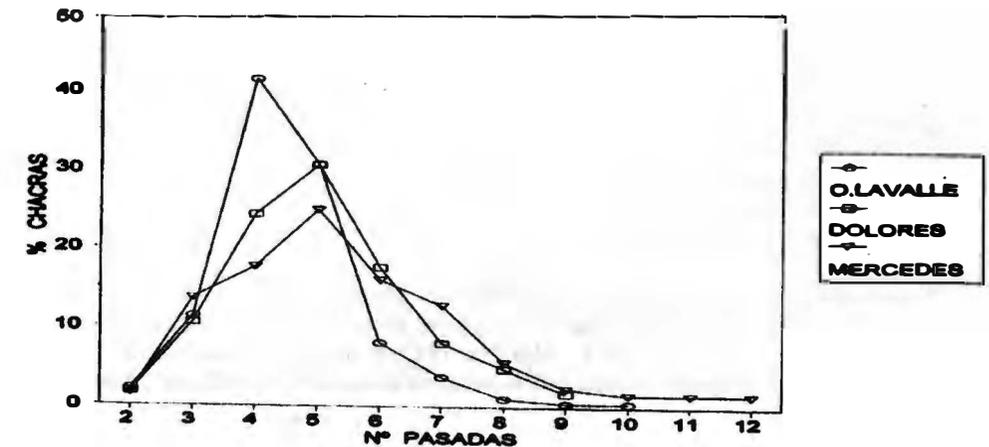


Figura N° 3.- Distribución del número de pasadas de herramientas por zona.

Más del 45% de las chacras recibieron 5 o más pasadas de herramientas. En Mercedes, esta situación alcanzó al 67% de las chacras. Con 3 o menos pasadas, se realizaron aproximadamente al 13% de las chacras.

Esto contrasta con la información nacional, donde se demuestra la posibilidad de alcanzar los rendimientos máximos con 2 o 3 labores estratégicas. Si se considera además que la mayor parte del área se realizó utilizando herramientas que invierten el suelo donde la problemática malezas es menor, parece clara la existencia de un laboreo excesivo para la preparación del suelo. Las zonas analizadas presentan características de suelo diferenciales en cuanto a textura, aspecto que tampoco aparece asociado a la intensidad de laboreo. El promedio de

pasadas fue 5.3 sobre Brunsoles francos de la Unidad Cañada Nieto y 5.1 sobre Vertisoles de las Unidades Riso y San Gabriel-Guaycurú. Sobre rastrojos de trigo el promedio fue de 5.1 y sobre rastrojos de girasol 4.7.

En el cuadro 4 se muestra la relación entre el número de pasadas de herramientas y la longitud de barbecho.

**Cuadro 4**  
**Pasaje de herramientas y longitud de barbecho**

Longitud de barbecho (días)	Nro. de pasadas
88	5
106	5.2
132	5.8
150	5.5
160	4.3

Tampoco aquí existen diferencias claras. Los barbechos cortos (88 días) requirieron en promedio, casi una pasada menos que los de 132 días, pero en los más prolongados esta diferencia se redujo. En general no existió diferencia en la fecha de inicio del laboreo primario por lo que la longitud de barbecho estuvo dada por la época de siembra. Las siembras tempranas (88 días de barbecho en promedio para siembras de mayo), se lograron con la preparación de la sementera en función del pasaje de herramientas.

No es posible determinar las causas del elevado número de pasadas de herramientas realizado en algunas chacras pero tanto por su incidencia en los costos de producción como en la conservación de la productividad del suelo, parece necesario buscar un ajuste de esta práctica de manejo.

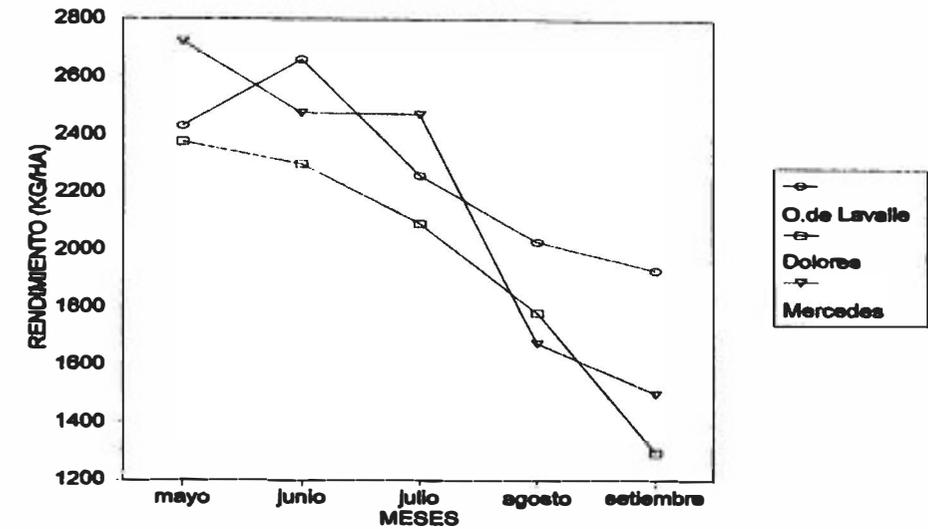
El mayoritario uso combinado de herramientas de laboreo convencional y vertical, no parece tener otra causa que su practicidad de uso ya que no son la mejor secuencia de control de malezas durante el barbecho (Ferrari y Morales, 1985) y tampoco la que logra la mayor eficiencia de uso del nitrógeno liberado por el suelo en años lluviosos (Risso, 1984; Ferrari y Morales, 1985).

#### Fecha de siembra

La fecha de siembra es determinante de las condiciones climáticas en las que se desarrollará el cultivo. Los resultados experimentales demuestran la superioridad en rendimiento y menor variabilidad de las siembras realizadas en la segunda quincena de junio y primera de julio.

Sin embargo, la incidencia de esta variable sobre la problemática sanitaria del cultivo, hace que su ajuste deba realizarse considerando cada variedad y la necesidad de crear la variabilidad de situaciones que permitan reducir el riesgo de fracaso.

En la figura 4 se muestra el efecto promedio de la fecha de siembra sobre los rendimientos de cada zona.



**Figura N° 4.-** Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento en grano.

En las tres zonas las siembras de mayo y junio fueron las determinantes de los mayores rendimientos promedio. La información resultante de la Evaluación Nacional de Cultivares de los últimos 5 años muestra una curva de respuesta a la época de siembra similar a ésta, donde no se produce la característica reducción de rendimiento provocadas por siembras de mayo.

En el siguiente cuadro se muestra la distribución porcentual del área realizada en cada fecha de siembra.

**Cuadro 5**  
**Area sembrada (%) en cada fecha de siembra**

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
O. de Lavalle	12	23	24	31	9
Dolores	30	42	8	20	40
Mercedes	20	32	5	40	4

En promedio el 63% del área fue sembrada en las dos mejores épocas aunque en Dolores este porcentaje alcanzó al 72% y en O. de Lavalle la dispersión fue mayor (45% del área en dichos meses). Estas variaciones regionales estuvieron dadas por condiciones climáticas que determinaron el atraso en las siembras de julio en Dolores y Mercedes y de gran parte el área en O. de Lavalle.

Al igual que para historia de la chacra, en la siguiente figura se presenta la variabilidad de rendimiento determinada por la época de siembra.

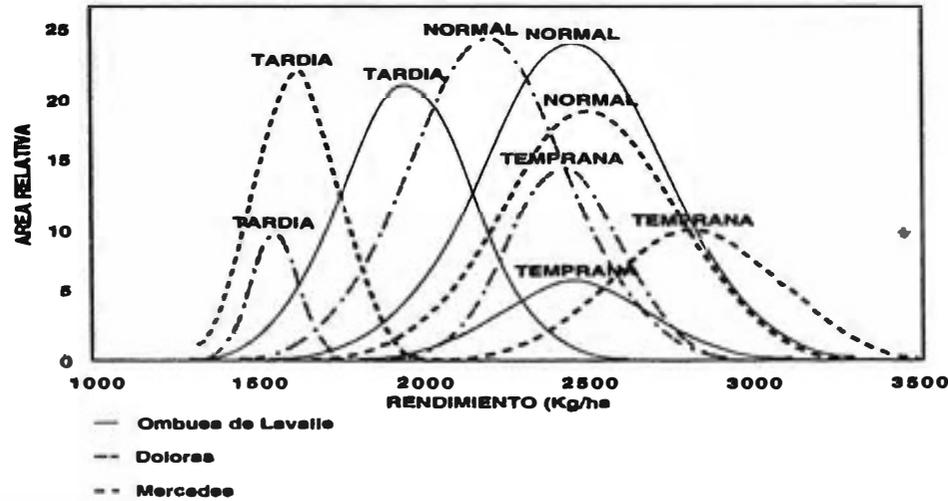


Figura N° 5.- Distribución de rendimientos determinada por la época de siembra.

En las tres situaciones los mayores rendimientos determinados por las épocas temprana y normal, estuvieron formados por una amplia dispersión de valores, los que a su vez, tuvieron un área de intersección con la época tardía. Un 15% de las siembras realizadas en las mejores épocas tuvieron rendimientos tan bajos como el 15% superior sembrado en fechas tardías en Mercedes y Dolores. Esta situación alcanzó al 50% del área sembrada en cada fecha en O. de Lavalle.

A diferencia del efecto "edad de la chacra", la época de siembra no funcionó como variable aditiva sino que aparece determinada dentro y entre épocas, por otras variables.

Si bien fue capaz de producir una variación de rendimiento entre 500 y 1000 kg/há, según la zona, no aseguró por sí sola logro de mayores rendimientos promedio.

Tamaño de productor (cuantificado por las hectáreas del predio), tenencia de la tierra y disponibilidad de HP/há, fueron variables asociadas al porcentaje de área sembrada en cada fecha. Los productores de mayor área tendieron a sembrar en las mejores épocas ya que fueron, a su vez, los que dispusieron de mayor cantidad de HP (figura 6). Corresponde a "fecha de siembra".

Dos aspectos estarían actuando sobre esta variable. Por un lado, aspectos estructurales que determinan la concreción de la siembra dentro del período óptimo y por otro, el ajuste de la combinación de variables de manejo que permita la expresión de potencial de cada fecha.

**Manejo de la fertilización**

La aplicación de fertilizante, práctica de manejo cuya aplicación comenzó en la década del 60 pero que recién a partir de 1970 se generalizó, basa su respuesta en la necesidad de corregir los niveles de fertilidad del suelo perdidos por años de agricultura.

En el cuadro 6 se muestra la aplicación promedio de nitrógeno y fósforo en unidades por hectárea y el porcentaje de área fertilizada.

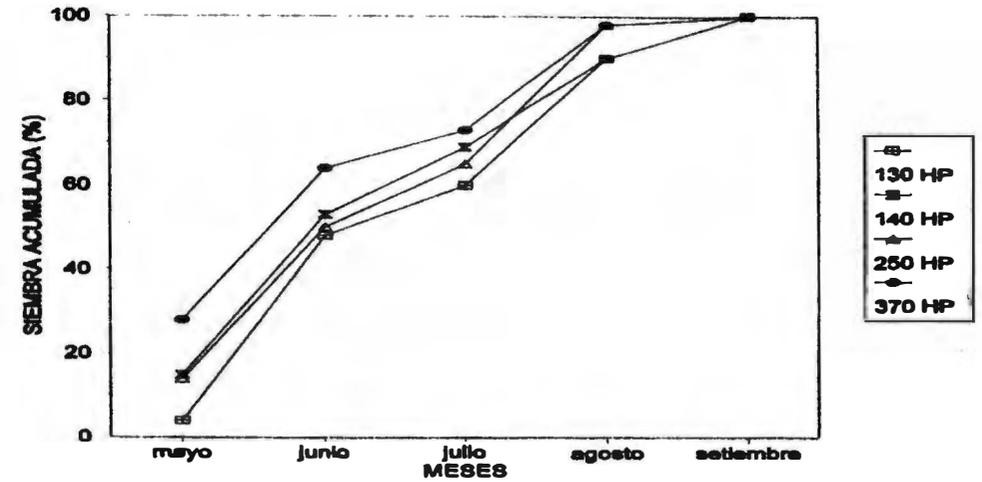


Figura N° 6.- Efecto de la disponibilidad de HP sobre la época de siembra.

Como puede apreciarse esta práctica de manejo es de amplia aplicación en las tres zonas, aunque Mercedes quizás por la mayor fertilidad natural de los suelos de la unidad Bequeló, un 14% del área no se fertilizó.

Otra característica a destacar es la importancia relativa de la fertilización diferida con nitrógeno así como la mayor aplicación promedio de este nutriente en relación a años anteriores.

En el cuadro 7 se presenta la situación de fertilidad de las chacras en que se sembró trigo.

**Cuadro 6**  
Unidades de fertilizante aplicadas y área fertilizada

	Unidades de Nitrógeno			Unidades de P	% área fertilizada
	siembra	macollaje	total		
O. de Lavalle	27	25	52	40	92
Dolores	26	29	55	32	100
Mercedes	26	33	59	28	86

**Cuadro 7**  
Fertilidad de las chacras sembradas con trigo (% de chacras)

	Fósforo			Materia Orgánica (%)			
	-12 ppm	12 a 20 ppm	+ 20 ppm	-2	2-3	3-4	+4
	< 85%*	86-95%*	> 95%*				
O. Lavalle	79	12	9	1	29	50	19
Dolores	63	23	3	0	24	59	17
Mercedes	46	29	14	1	14	32	65

\* Porcentaje del rendimiento máximo esperado.

Se destacan los niveles de fertilidad de las chacras de Mercedes, resultados que responden a la alta fertilidad natural de la Unidad Bequeló. En Dolores y Mercedes más del 60% de las chacras presentaron niveles de fósforo en los que es de esperar alta respuesta al agregado, lo que explica la mayor aplicación del mismo en estas zonas.

En el siguiente cuadro aparece el porcentaje de área fertilizada en función de análisis previo de suelos.

**Cuadro 8**  
Area fertilizada según área de suelo (de chacras)

	Chacras fertilizadas		
	c/análisis	s/análisis	s/fertilizar
O. Lavalle	58	33	8
Dolores	60	40	0
Mercedes	40	46	14

A pesar de la facilidad y recomendación de realizar el ajuste de nutrientes sobre la base del análisis de suelo, el porcentaje de chacras que se fertilizó sin disponer de estos resultados fue elevado.

En la figura 6 se presenta el ajuste registrado, para quienes hicieron análisis de suelo, entre la dosis de nitrógeno y fósforo aplicadas y el valor que surge utilizando la Guía de Fertilización de Cultivos publicada por el MAP (1976).

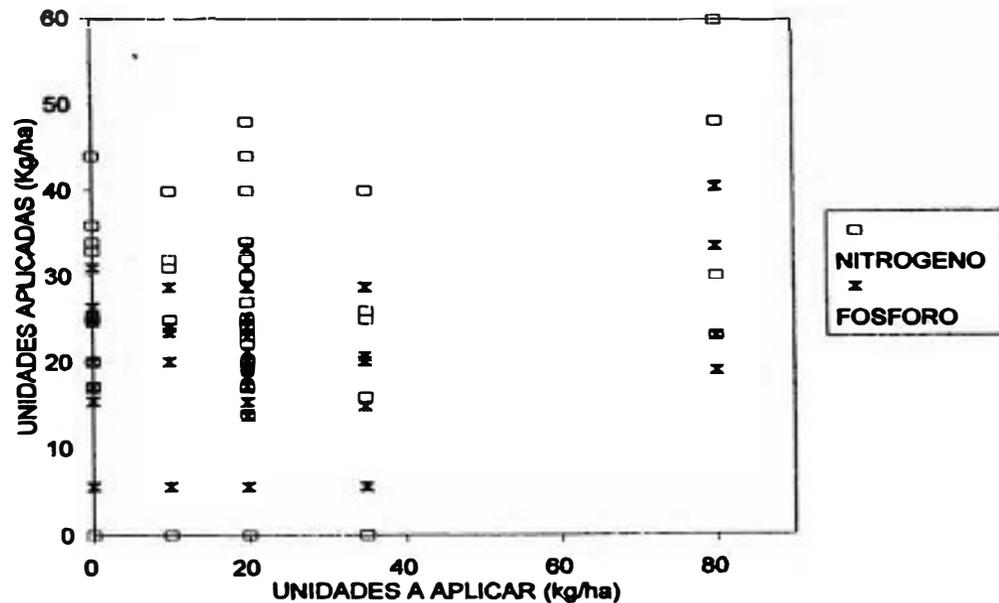


Figura N° 7.- Ajuste entre dosis de nitrógeno y fósforo aplicadas y recomendación teórica.

	Coeficientes			
	a	b	r2	significación
Nitrógeno	-	-	-	n.s.
Fósforo	14.08	0.398	0.22	**
Fósforo (ajuste ponderado)	14.08	0.398	0.22	n.s.

\*\* P < 0.01      n.s. = no significativo

Como se observa, no existió ajuste para la fertilización nitrogenada y fue muy bajo para la fosforada. Si bien los valores de la Guía de Fertilización son promedios y no pretenden funcionar como válidos para todas las situaciones, de manejarse los criterios utilizados para confeccionarla, debería existir un cierto grado de ajuste aunque el nivel puede ubicarse por encima o por debajo de dicho valor. En fósforo, si bien existe cierta tendencia, la mayor seguridad reconocida al valor de análisis para este nutriente hace esperar un ajuste mayor. La significación, en este caso, respondió al alto número de observaciones. Dado que los niveles recomendados no representan una variable continua, las variaciones en las dosis aplicadas ocurrieron sobre los 5 niveles establecidos por la Guía de Fertilización (Díaz, 1981). La regresión ponderada por el número de observaciones sobre cada nivel, permite cuantificar la falta de ajuste dentro de éstas. De acuerdo con ésta, la fertilización fosfatada tampoco se realizó en función de las recomendaciones existentes, ya que hubo una importante variación en la dosis de fósforo aplicada, para un mismo nivel recomendado. Estos resultados confirman los ya obtenidos por FUCREA donde las chacras de altos y bajos rendimientos no difieren en el nivel de nutrientes aplicados (Rava, Andegnette y Mazittelli, 1980).

La situación del nitrógeno puede responder a la falta de elementos objetivos para determinar la dosis a aplicar.

Para el fósforo la consideración del efecto residual y su acumulación en el suelo, podría ser un elemento que explique su situación.

Para ambos nutrientes parece clara la necesidad de ajustar esta práctica de manejo en función de los criterios que determinan su valor relativo.

**Utilización de variedades**

La diversificación varietal y la época de siembra son variables de manejo de gran incidencia sobre la sanidad general del cultivo en el país.

En el cuadro 9 se presenta el número de cultivares sembrados en cada zona.

**Cuadro 9**  
Distribución de cultivares

	O. de Lav. 17	Dolores 18	Mercedes 16
Número Ocuparon más del 5% del área	10	7	4
Las 3 más sembradas	B. Ombú E. Dorado E. Cardenal	B. Ombú Pampa I Las Rosas I	B. Ombú E. Cardenal Las Rosas I

En las tres zonas relevadas se sembraron un importante número de cultivares, 45% de los cuales no estaban presentes en la lista de comercializables para la zafra 1987/88. A su vez, el 65% de los cultivares sembrados ya habían sido eliminados del Esquema de Certificación.

Al considerar sólo aquellos cultivares que ocuparon más del 5% del área sembrada en cada zona, se observa una importante concentración del área en pocas variedades, situación que se agravó de sur a norte en la región estudiada.

El 70% del área se sembró con 3 cultivares en Mercedes siendo éstos, los tres de mayor rendimiento relativo en la lista propuesta por el CIAAB. El material más sembrado (más del 30% del área) presentaba un rendimiento relativo 21% superior al promedio de los experimentos, el segundo, (25% del área), un 7% sobre el promedio y el tercero (15% del área), un 5% superior.

Al considerarse las características sanitarias de los mismos, puede pensarse que se eligieron teniendo en cuenta principalmente el rendimiento en grano.

En Dolores la situación fue intermedia estando el 40% del área concentrada en tres cultivares, los que fueron asignados también en función del rendimiento relativo de los años anteriores.

Ombúes de Lavalle aparece como la zona donde se aplicó mejor el concepto de diversificación varietal ya que hubo un número mayor de variedades para ocupar un área relativamente importante, el segundo de los cuales presentaba un rendimiento relativo inferior al tercero.

Esta situación aparece asociada al número de predios que realizan el cultivo en cada zona, lo que permite la diversificación regional mayor.

A su vez, como se muestra en el cuadro 10, existió una marcada influencia del asesoramiento recibido por los productores.

**Cuadro 10**  
**Influencia del asesoramiento técnico sobre los cultivares sembrados**  
(% de área ocupada por 4 y 8 cultivares más sembrados)

		CREA			COOPERATIVA		
		D.Lav.	Dol.	Merc	O.Lav.	Dol.	Merc.
Por zona	4+ sembrados	60	60	82	33	50	54
	8 + sembrados	64	55	48	19	33	38
Por asesor	4+ sembrados	97	87	62	33	53	57
	8+sembrados	82	55	48	24	40	38

Al analizar por zona, el 60% del área para O. de Lavalle y Dolores y el 82% para Mercedes de productores relacionados al Movimiento CREA, fue cubierta por 4 cultivares. Al considerarse los 8 más sembrados en O. de Lavalle y Dolores ocuparon aproximadamente un 60% del área y en Mercedes el 45% lo que demuestra que en esta zona los productores sembraron 4 cultivares comunes y los otros 4 variaron con la situación productiva.

En los productores que recibieron asesoramiento técnico de parte de técnicos de las Cooperativas, mostraron una menor área ocupada por 4 cultivares y una variación mayor al considerar los 8 más sembrados. Si bien existe una concentración mayor en Mercedes, la situación fue más variable que la presentada dentro del Movimiento CREA.

Al considerar la situación por asesor técnico, dentro del Movimiento CREA O. de Lavalle mostró la mayor concentración de cultivares (tanto con 4 como con 8 cultivares) y en Mercedes la mayor diferencia en las recomendaciones realizadas por los técnicos.

En resumen, 4 cultivares por zona ocuparon la mayoría del área dentro del Movimiento CREA, aunque éstas difirieron con la zona. Por otro lado las recomendaciones realizadas por los técnicos se basaron fundamentalmente en los mismos 4 materiales en prácticamente todas las zonas. Dentro de los productores asesorados por técnicos de Cooperativas, la situación fue más variable.

En el cuadro 11 se muestra el ajuste realizado en cada zona del área sembrada en cada zona en función del comportamiento sanitario de las variedades sembradas.

**Cuadro 11**  
**Porcentaje de área sembrada con variedades recomendadas para la época de siembra realizada**

	Temprana	Normal	Tardía
O. de Lavalle	5	30	47
Dolores	21	33	14
Mercedes	24	35	46

El porcentaje de área sembrada ajustando época de siembra y variedad resultó relativamente bajo. Esta situación fue particularmente grave en O. de Lavalle en época temprana y en Dolores en época tardía.

Considerando los materiales sembrados, B. Ombú presentó una correcta asignación de la época de siembra (53% del área), mientras que E. Cardenal se sembró fuera de la época recomendada en un 80% del área. A su vez B. Ombú fue sembrado mayoritariamente sobre pradera y chacras nuevas en época recomendada en O. de Lavalle y Mercedes, mientras que E. Cardenal fue el que presentó el mejor ajuste de época y chacra en Dolores.

#### EFFECTO RELATIVO DEL MANEJO SOBRE EL RENDIMIENTO EN GRANO DEL PREDIO

La respuesta en rendimiento a cada variable de manejo aislada no permite cuantificar la importancia relativa de su aplicación, ni establecer un orden de limitantes que permitan priorizar el esfuerzo y la inversión para superarlas. En este sentido, se han realizado esfuerzos a nivel experimental, tratando de establecer un "camino tecnológico" para la adjudicación de insumos en cultivos de invierno (Barbe et al, 1989) y cultivos de verano (Elhordoy y Forteza, 1985).

En este análisis se intenta determinar las variables de manejo que establecieron la diferencia en el rendimiento promedio de la unidad de producción (la empresa). Por lo tanto, el resultado está condicionado por el nivel de las demás variables (grado de adopción) y representa una limitante por sí misma y tal vez, para la expresión de la respuesta de las demás.

La importancia relativa de cada variable puede modificarse con los años, ya sea porque se modificó su adopción, el de alguna otra variable, o porque existe una variabilidad anual en su aplicación y/o respuesta dada por condiciones climáticas, relaciones de precios, etc.

En el cuadro 12 se resumen los resultados obtenidos en este estudio.

**Cuadro 12**  
**Orden de selección de variables de manejo por el método step wise**  
**para cada grupo de productores.**  
 (variable dependiente-rendimiento kg/há)

Variable (% de área)	O. de Lavalle	Dolores	Mercedes
Epoca de siembra	***	***	***
Tipo de rastrojo	**		
Epoca de laboreo		**	**
Historia de chacra		*	*
r2	0.51	0.37	0.63
n	39	29	19

\*\*\* primer paso  
 \*\* segundo paso  
 \* tercer paso

Para las tres zonas la época de siembra fue la variable de manejo de mayor asociación con el rendimiento medio obtenido por el productor. Tipo de rastrojo en "O. de Lavalle" y momento de laboreo "Dolores" y "Mercedes", fueron el segundo paso.

Historia de chacra, variable de manejo a la que se le atribuyó gran incidencia en el incremento de rendimientos ocurrida en los últimos 15 años (Díaz y Abadie, 1984; Ernst, 1987) y que demostró determinar el nivel al cual se produjo la variación de rendimientos en este estudio, no apareció determinando diferencias entre productores en "O. de Lavalle" y su importancia relativa fue baja en los otros dos grupos de productores.

En la figura 8 se muestra la relación encontrada entre rendimiento medio por productor y su estructura de edades de chacra.

En la medida que mejoró la estructura de chacras, se incrementó el rendimiento máximo y su variabilidad. El 70% de los predios encuestados presentó una buena combinación de historias de chacra (situaciones 3 a 6) por lo que, a nivel de esta encuesta, esta variable de manejo se puede considerar con un grado de adopción alto.

El manejo dentro de cada historia de chacra, determinó la capitalización del potencial ofrecido, pero no existió una variación tan importante en la estructura de edades como para provocar diferencias entre el rendimiento de productores.

En esta situación, la época de siembra resultó la variable de manejo que determinó la diferencia entre los altos y bajos rendimientos relativos entre productores.

Los mayores porcentajes de siembras tardías estuvieron asociadas a altos porcentajes de rastrojos de verano, laboreos primarios posteriores al 1° de abril tenencia de tierra en arrendamiento y medianería y baja disponibilidad de tracción (HP)

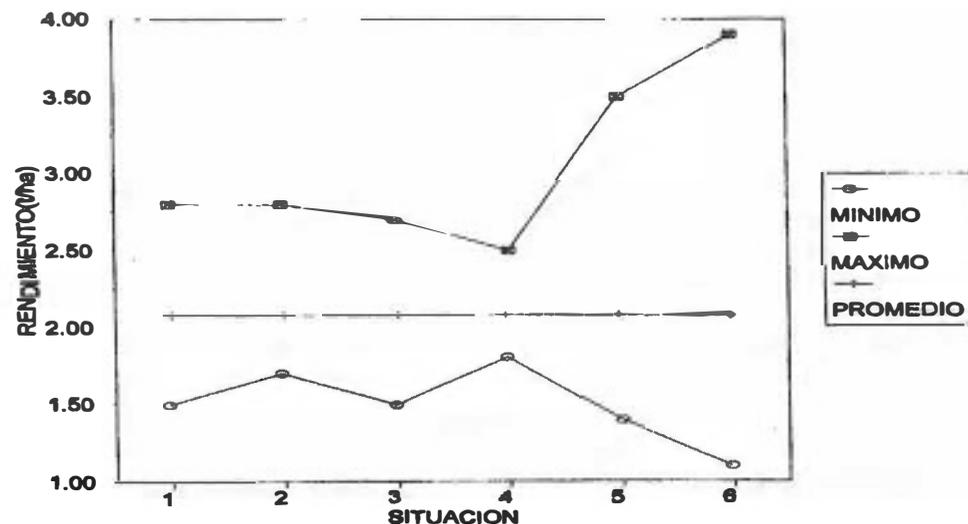


Figura N° 8.- Estructura de edad de chacra de un predio y su efecto en el rendimiento por hectárea del trigo.

Situación	Pradera	Nueva	Vieja
1	0		>75%
2	0		25-75%
3	0	>75%	
4	<25%		0
5	25-75%		0
6	>75%		

Altos porcentajes de siembra en época temprana y normal se asociaron a labores primarios anteriores al 30 de marzo cultivos realizados sobre rastrojos de invierno y tenencia de tierra en propiedad.

**CONCLUSIONES**

- La historia de chacra fue determinante del nivel en el que se produjo la variación de rendimientos debida a otras variables de manejo.
- Su efecto resultó independiente de los demás, por lo que representó un escalón en el nivel de producción.
- La época de siembra fue la variable de manejo que explicó la mayor parte de la variación de rendimientos dentro de cada historia de chacra, pero su efecto no fue independiente de otras medidas de manejo.
- El laboreo de los suelos no se realizó siguiendo esquemas definidos en el uso de las herramientas. Se laboreó mayoritariamente con combinación de herramientas que realizan

trabajos verticales, con las que lo invierten. Dada la homogeneidad en el manejo de esta práctica, no se asociaron a ella variaciones de rendimiento. Se puede considerar que el único criterio adoptado, es la época de laboreo primario.

- Los niveles de nitrógeno y fósforo utilizados no se ajustaron a los criterios ni valores absolutos establecidos en la Guía de Fertilización de Cultivos.

- El área se sembró mayoritariamente con cuatro cultivares, los que, a excepción de Dolores, parecen definidos solo por la ubicación relativa de rendimiento establecida por la Evaluación Nacional de Cultivares.

- A nivel de un predio, si bien la historia de chacra fue determinante del rendimiento de la chacra, no estableció variaciones entre productores porque su adopción ya se realizó en la mayoría de los casos. La época de siembra fue más relevante por haber sido más variable, lo que responde no solo al conocimiento e intención de adoptarla, sino que también queda condicionada por factores climáticos y aspectos estructurales (tenencia de la tierra y maquinaria).

### BIBLIOGRAFIA

- ANDREGNETTE, B.; MAZZITELLI, F.; RAVA, M. 1986. Caracterización de la zafra de trigo 1985. In Jornada de trigo. FUCREA. Mercedes. Uruguay.
- \_\_\_\_\_. 1988. Presentación de resultados físicos y económicos de chacras CREA. In Jornada de trigo. FUCREA. Mercedes. Uruguay. Mimeografiado.
- ANTELO, J.; MERMOT, C. 1988. Efecto de la densidad y distribución en sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- BARBAT et al. 1988. Relevamiento tecnológico del cultivo de girasol en las zonas de Salto y Dolores, zafra 1985-1986. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- RARHE et al. 1989. Tecnología en cultivos de invierno. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- BAUTES, C. 1986. Trigo. El problema tecnológico en el sistema de producción. In Jornada de trigo 1986. CREA. Mercedes. Uruguay.
- BOUZZA, D.; GALLUZZO, D. 1986. Laboreo de suelo como factor de manejo del rastrojo de sorgo para la producción de trigo. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- DIAZ, R. 1984a. Potencial y riesgo de producción de cultivos extensivos en Uruguay. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay 2(2)62-96. 3er. Epoca.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Tecnología para la agricultura de granos en el Uruguay. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay 2(4) 210-217. 3er. Epoca.
- \_\_\_\_\_; ABADIE, T. 1986. Avances y perspectivas tecnológicas en la producción del trigo. Comunicación 131. Boletín mensual de FUCREA.
- ELHORDOY, P. FORTEZA, M. 1986. Control integrado de *Digitaria sanguinalis* en sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- ERNST, O.; TORRES, D. 1987. Manejo de rastrojos y laboreo de suelos para trigo. Tercer Seminario Técnico. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía.
- \_\_\_\_\_. et al 1988. Alternativas de manejo para trigo y cebada. In Jornadas Técnicas. Memorias. Facultad de Agronomía. Montevideo.

- \_\_\_\_\_. et al 1990. Laboreo de suelos para trigo. Documentos NO 2. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía. Paysandú. Uruguay.
- FERRARI, J.; MORALES, M. 1985. Alternativas de uso de herramientas en la preparación de tierras para trigo. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA. 1974. Guía para la fertilización de cultivos.
- RAVA, M.; ANDREGNETTE, B.; MAZZITELLI, F. 1981. Evaluación de cultivos de trigo zafra 1980. In Jornada Nacional de trigo FUCREA. Mercedes. Uruguay.
- \_\_\_\_\_. 1986. Principales limitaciones a nivel CREA para mantener la producción del cultivo de trigo. In Jornada de trigo 1986. Mercedes. Uruguay.
- RISSO, R. 1984. Dos sistemas de laboreo en trigo. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- SCARLATO, G.; VALLANT, M. 1984. Análisis económico de alternativas tecnológicas en el sistema arroz-ganadería en la cuenca de la Laguna Merin. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- TORRES, D.; ERNST, O. 1986. Algunos aportes al manejo del laboreo. In Jornada de trigo 1986. FUCREA. Mercedes. Uruguay.